

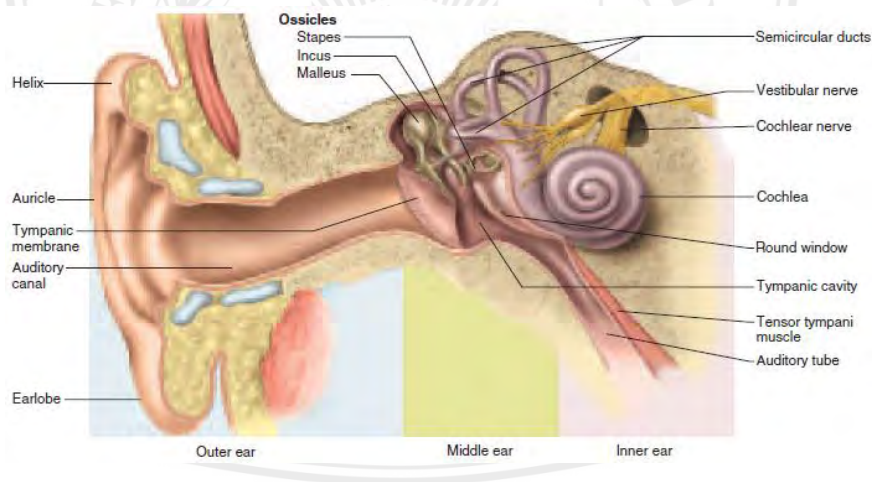
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Anatomi dan Fisiologi Sistem Pendengaran

##### 2.1.1 Anatomi Sistem Pendengaran

Telinga merupakan alat penerima gelombang suara atau gelombang udara kemudian gelombang mekanik ini diubah menjadi impuls pulsa listrik dan diteruskan ke korteks pendengaran melalui saraf pendengaran. Telinga merupakan organ pendengaran dan keseimbangan. Telinga manusia menerima dan mentransmisikan gelombang bunyi ke otak di mana bunyi tersebut akan dianalisa dan diintrepetasikan. Telinga dibagi menjadi 3 bagian seperti pada gambar 2.1 (Saladin, 2014).



Gambar 2.1  
Anatomi Telinga (Saladin, 2014)

##### 2.1.2 Anatomi Telinga Luar

Telinga luar terdiri dari daun telinga (*aurikula*), liang telinga (*meatus acusticus externa*) sampai membran timpani bagian lateral. Daun telinga dibentuk oleh tulang rawan dan otot serta ditutupi oleh kulit. Kearah liang telinga lapisan tulang rawan berbentuk corong menutupi hampir sepertiga

lateral, dua pertiga lainnya liang telinga dibentuk oleh tulang yang ditutupi kulit yang melekat erat dan berhubungan dengan membran timpani. Bentuk daun telinga dengan berbagai tonjolan dan cekungan serta bentuk liang telinga yang lurus dengan panjang sekitar 2,5 cm, akan menyebabkan terjadinya resonansi bunyi sebesar 3500 Hz. Sepertiga bagian luar terdiri dari tulang rawan yang banyak mengandung kelenjar serumen dan rambut, sedangkan dua pertiga bagian dalam terdiri dari tulang dengan sedikit serumen (Pearce, 2016).

### 2.1.3 Anatomi Telinga Tengah

Telinga tengah berbentuk kubus yang terdiri dari membrana timpani, cavum timpani, tuba eustachius, dan tulang pendengaran. Bagian atas membran timpani disebut pars flaksida (membran Shrapnell) yang terdiri dari dua lapisan, yaitu lapisan luar merupakan lanjutan epitel kulit liang telinga dan lapisan dalam dilapisi oleh sel kubus bersilia. Bagian bawah membran timpani disebut pars tensa (membran propria) yang memiliki satu lapisan di tengah, yaitu lapisan yang terdiri dari serat kolagen dan sedikit serat elastin (Saladin, 2014).

Tulang pendengaran terdiri atas maleus (martil), inkus (landasan), dan stapes (sanggurdi) yang tersusun dari luar kedalam seperti rantai yang bersambung dari membrana timpani menuju rongga telinga dalam. Prosesus longus maleus melekat pada membran timpani, maleus melekat pada inkus, dan inkus melekat pada stapes. Stapes terletak pada tingkap lonjong yang berhubungan dengan koklea. Hubungan antara tulang-tulang pendengaran

merupakan persendian. Tuba eustachius menghubungkan daerah nasofaring dengan telinga tengah (Saladin, 2014).

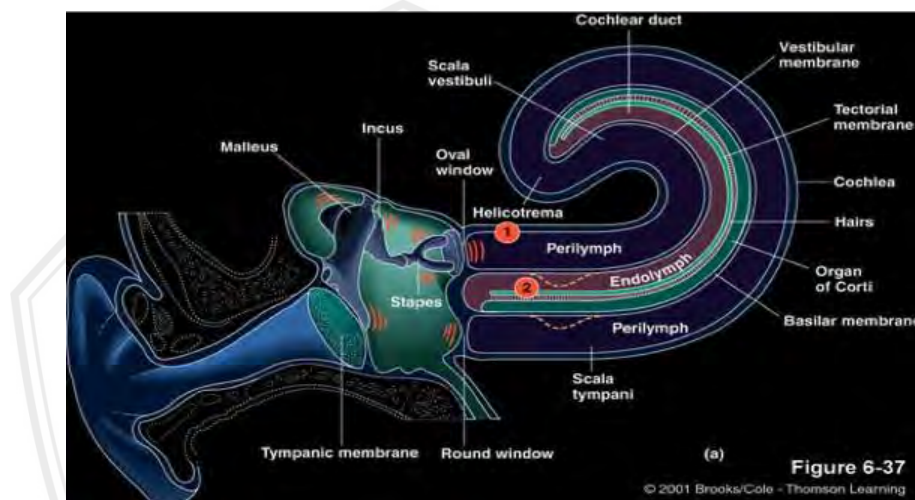
Prosesus mastoideus merupakan bagian tulang temporalis yang terletak di belakang telinga. Ruang udara yang berada pada bagian atasnya disebut antrum mastoideus yang berhubungan dengan rongga telinga tengah. Infeksi dapat menjalar dari rongga telinga tengah sampai ke antrum mastoideus yang dapat menyebabkan mastoiditis (Saladin, 2014).

#### 2.1.4 Anatomi Telinga Dalam

Telinga dalam terdiri dari dua bagian, yaitu labirin tulang dan labirin membranosa. Labirin tulang terdiri dari koklea, vestibulum, dan kanalis semi sirkularis, sedangkan labirin membranosa terdiri dari utrikulus, sakulus, duktus koklearis, dan duktus semi sirkularis. Rongga labirin tulang dilapisi oleh lapisan tipis periosteum internal atau endosteum, dan sebagian besar diisi oleh trabekula (susunannya menyerupai spons) (Pearce, 2016).

Koklea (rumah siput) berbentuk dua setengah lingkaran. Ujung atau puncak koklea disebut helikotrema, menghubungkan perilimfa skala vestibuli (sebelah atas) dan skala timpani (sebelah bawah). Diantara skala vestibuli dan skala timpani terdapat skala media (duktus koklearis). Skala vestibuli dan skala timpani berisi perilimfa dengan 139 mEq/l, sedangkan skala media berisi endolimfa dengan 144 mEq/l mEq/l. Hal ini penting untuk pendengaran. Dasar skala vestibuli disebut membrana vestibularis (Reissner's Membrane) sedangkan dasar skala media adalah membrana basilaris. Pada membran ini terletak organ corti yang mengandung organel-organel penting untuk mekanisme saraf perifer pendengaran. Organ Corti terdiri dari satu

baris sel rambut dalam yang berisi 3.000 sel dan tiga baris sel rambut luar yang berisi 12.000 sel. Ujung saraf aferen dan eferen menempel pada ujung bawah sel rambut. Pada permukaan sel-sel rambut terdapat stereosilia yang melekat pada suatu selubung di atasnya yang cenderung datar, dikenal sebagai membran tektoria. Membran tektoria disekresi dan disokong oleh suatu panggung yang terletak di medial disebut sebagai limbus (Pearce, 2016).



Gambar 2.2  
Koklea (Dhingra, 2013)

Nervus auditorius atau saraf pendengaran terdiri dari dua bagian, yaitu: nervus vestibular (keseimbangan) dan nervus kokhlear (pendengaran). Serabut-serabut saraf vestibular bergerak menuju nukleus vestibularis yang berada pada titik pertemuan antara pons dan medula oblongata, kemudian menuju cerebelum. Sedangkan, serabut saraf nervus kokhlear mula-mula dipancarkan kepada sebuah nukleus khusus yang berada tepat di belakang thalamus, kemudian dipancarkan lagi menuju pusat penerima akhir dalam korteks otak yang terletak pada bagian bawah lobus temporalis (Paulsen dan Waschke, 2013).

Vaskularisasi telinga dalam berasal dari A. Labirintin cabang A. Cerebularis anteroinferior atau cabang dari A. Basilaris atau A. Verteberalis. Arteri ini masuk ke meatus akustikus internus dan terpisah menjadi A. Vestibularis anterior dan A. Kohlearis communis yang bercabang pula menjadi A. Kohlearis dan A. Vestibulokohlearis. A. Vestibularis anterior memperdarahi N. Vestibularis, urtikulus dan sebagian duktus semisirkularis. A. Vestibulokohlearis sampai di modiolus daerah putaran basal kohlea terpisah menjadi cabang terminal vestibularis dan cabang kohlear. Cabang vestibular memperdarahi sakulus, sebagian besar kanalis semisirkularis dan ujung basal kohlea. Cabang kohlear memperdarahi ganglion spiralis, lamina spiralis ossea, limbus dan ligamen spiralis. A. Kohlearis berjalan mengitari N. Akustikus di kanalis akustikus internus dan didalam kohlea mengitari modiolus. Vena dialirkan ke V. Labirintin yang diteruskan ke sinus petrosus inferior atau sinus sigmoideus. Vena-vena kecil melewati akuaduktus vestibularis dan kohlearis ke sinus petrosus superior dan inferior (Pearce, 2016).

Persarafan telinga dalam melalui N. Vestibulokohlearis (N. akustikus) yang dibentuk oleh bagian kohlear dan vestibular, didalam meatus akustikus internus bersatu pada sisi lateral akar N. Fasialis dan masuk batang otak antara pons dan medula. Sel-sel sensoris vestibularis dipersarafi oleh N. Kohlearis dengan ganglion vestibularis (scarpa) terletak didasar dari meatus akustikus internus. Sel-sel sensoris pendengaran dipersarafi N. Kohlearis dengan ganglion spiralis corti terletak di modiolus (Pearce, 2016).

### 2.1.5 Fisiologi Pendengaran

Proses mendengar diawali dengan ditangkapnya energi bunyi oleh daun telinga dalam bentuk gelombang yang dialirkan melalui udara atau tulang ke koklea. Getaran tersebut menggetarkan membran timpani diteruskan ke telinga tengah melalui rangkaian tulang pendengaran yang akan mengimplikasi getaran melalui daya ungkit tulang pendengaran dan perkalian perbandingan luas membran timpani dan tingkap lonjong. Energi getar yang telah diamplifikasi ini akan diteruskan ke stapes yang menggerakkan tingkap lonjong sehingga perilimfa pada skala vestibule bergerak. Getaran diteruskan melalui membrane Reissner yang mendorong endolimfa, sehingga akan menimbulkan gerak relatif antara membran basilaris dan membran tektoria. Proses ini merupakan rangsang mekanik yang menyebabkan terjadinya defleksi stereosilia sel-sel rambut, sehingga kanal ion terbuka dan terjadi penglepasan ion bermuatan listrik dari badan sel. Keadaan ini menimbulkan proses depolarisasi sel rambut, sehingga melepaskan neurotransmitter ke dalam sinapsis yang akan menimbulkan potensial aksi pada saraf auditorius, lalu dilanjutkan ke nucleus auditorius sampai ke korteks pendengaran (area 39-40) di lobus temporalis (Sherwood, 2014).

## 2.2 Kebisingan

### 2.2.1 Definisi

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 48 Tahun 1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan, kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang

dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan.

Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor Per.13/Men/X/2011 Tahun 2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja, kebisingan adalah semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran.

### 2.2.2 Sumber Kebisingan

Menurut Tambunan (2012), sumber utama kebisingan di tempat kerja adalah sebagai berikut:

#### a. Bunyi mesin

Jenis mesin yang menimbulkan kebisingan di tempat kerja sangat bervariasi, demikian pula karakteristik bising yang dihasilkan. Mesin pembangkit tenaga listrik seperti genset, mesin diesel, mesin kendaraan bermotor, mesin pesawat dan sebagainya menjadi sumber kebisingan.

#### b. Alat kerja

Proses menggerindra permukaan meal, menghaluskan permukaan benda kerja, penyemprotan, pengupasan cat (*sand blasting*), pengelingan (*rivetting*), memalu (*hammering*), pemotongan (*cutting*), penggergajian rantai (*chain-saw*) serta penggergajian putar (*circulate blade*) menimbulkan kebisingan.

c. Aliran material

Aliran gas, air, atau material-material cair dari pipa, proses penambahan tekanan (*high pressure processes*), pencampuran beberapa material serta proses transportasi (air, darat dan udara) menimbulkan kebisingan.

d. Manusia/pekerja

Dibandingkan dengan sumber kebisingan lainnya, tingkat kebisingan dari suara manusia memang jauh lebih kecil, namun tetap diperhitungkan sebagai sumber kebisingan di tempat kerja.

### 2.2.3 Klasifikasi Kebisingan

Berdasarkan sifat dan spektrum frekuensi bunyi, bising dapat dibagi atas (Suma'mur, 2013):

- a. Bising kontinyu dengan spektrum frekuensi luas (*steady state, wide band noise*), bising jenis ini merupakan bising yang relatif tetap dalam batas amplitudo kurang lebih 5 dB untuk periode 0,5 detik berturut-turut. Contoh: suara yang ditimbulkan oleh kipas angin.
- b. Bising kontinyu dengan spektrum frekuensi sempit (*steady state, narrow band noise*), bising ini relatif tetap dan hanya pada frekuensi tertentu saja (misal 5000, 1000 atau 4000 Hz). Contoh: suara yang ditimbulkan oleh gergaji sirkuler dan katup gas.
- c. Bising terputus-putus (*intermittent noise*), kebisingan tidak berlangsung terus-menerus, melainkan ada periode relatif tenang. Contoh: suara lalu lintas, kebisingan di lapangan terbang.
- d. Bising impulsif (*impact or impulsive noise*), bising jenis ini memiliki perubahan tekanan suara melebihi 40 dB dalam waktu sangat cepat dan



biasanya mengejutkan pendengarnya. Contoh: suara tembakan atau meriam.

- e. Bising impulsif berulang, sama seperti bising impulsif tetapi terjadi berulang-ulang. Contoh: suara yang ditimbulkan mesin tempa.

#### 2.2.4 Bising yang Mempengaruhi Pendengaran

Bising dalam kesehatan diartikan sebagai bunyi yang dapat menurunkan pendengaran baik secara kuantitatif berupa peningkatan ambang pendengaran maupun secara kualitatif yaitu penyempitan spektrum pendengaran, dimana berkaitan erat dengan faktor intensitas, frekuensi, lama paparan dan pola waktu (Chadambuka, et al, 2013).

##### a) Intensitas bising

Intensitas bising atau intensitas suara adalah suatu vektor yang dihitung secara kuantitas dan merupakan hasil dari tekanan suara dan komponen partikel percepatan yang searah dengan vektor intensitas. Intensitas suara merupakan kekuatan suara dalam satuan area. Intensitas suara berhubungan langsung dengan kekuatan suara dan tekanan suara. Pada saat bicara, intensitas suara merupakan rata-rata aliran energi suara yang melewati satuan unit pada daerah suara. Desibel sebagaimana digunakan dalam akustik, merupakan satuan yang mengekspresikan rasio dari dua kuantitas yang menunjukkan proporsi kekuatan. Intensitas suara tidak diukur langsung tetapi didapatkan dari pengukuran tekanan suara. Level intensitas suara diekspresikan dalam yaitu rasio logaritma intensitas suara di suatu lokasi (Chadambuka, et al, 2013).

Seseorang yang terpapar 88 dB selama 4 jam mempunyai risiko yang sama dengan yang terpapar 91 dB dalam 2 jam atau 100 dB selama 15 menit atau 103 dB selama 7,5 menit. Secara statistik, level tekanan suara antara 80-85 dB hanya memberi pengaruh sedikit pada pendengaran dalam jangka waktu lama. Tetapi masih bisa menurunkan ambang dengar pada frekuensi tinggi pada subjek yang sensitif (Levey, et al, 2012).

b) Frekuensi

Sebuah frekuensi berhubungan dengan gelombang harmonik sederhana atau gelombang sinusoidal. Frekuensi ini berhubungan dengan frekuensi getaran dari suara dan tidak bergantung pada material yang menghantarkan suara. Frekuensi dinyatakan dalam Hertz (Hz) yaitu sama dengan putaran/detik. Pengertian fisika dari frekuensi gelombang suara penting dalam kontrol kebisingan. Suara yang tidak merusak telinga manusia adalah 16 Hz yaitu infrasonik hingga 16 kHz yaitu ultrasonik (Chadambuka, et al, 2013).

Telinga manusia lebih sensitif terhadap suara dengan frekuensi rendah daripada frekuensi tinggi sehingga frekuensi tinggi menimbulkan pengaruh yang lebih buruk daripada frekuensi rendah (Rawool, 2012).

c) Durasi

Berkaitan dengan pengaruhnya terhadap manusia, bising mempunyai satuan waktu atau lama pajanan yang dinyatakan dalam jam perhari atau jam per minggu (Bashiruddin, et al., 2012). Lama paparan bising berpengaruh secara signifikan terhadap gangguan pendengaran terutama pada paparan bising dengan intensitas yang tinggi (Rawool, 2012).

Tabel 2.1 Batas pajanan bising yang diperkenankan

Waktu pemaparan per hari		Intensitas dalam dB
Jam	24	80
	16	82
	8	85
	4	88
	2	91
	1	94
Menit	30	97
	15	100
	7,50	103
	3,75	106
	1,88	109
	0,94	112
Detik	28,12	115
	14,06	118
	7,03	121
	3,52	124
	1,76	127
	0,88	130
	0,44	133
	0,22	136
	0,11	139

(Keputusan Menteri Tenaga Kerja 1999)

Dalam sebuah penelitian yang dilakukan di pabrik penggilingan baja di Nigeria pada 150 orang pekerja menunjukkan bahwa setelah terpapar bising selama 4-8 tahun, lebih dari 90% dari pekerja mengalami peningkatan ambang dengar sementara atau menetap. Setelah 14 tahun

atau lebih semua pekerja telah mengalami gangguan pendengaran (Yesufu, 2013).

Musisi yang terpapar bising yang kurang dari 95 dB akan menunjukkan gangguan pendengaran yang minimal (O'Brien, 2013). Risiko ini akan meningkat sesuai dengan tingkat kebisingan serta lama paparan. Semakin tinggi paparan dalam seminggu akan meningkatkan risiko dari gangguan pendengaran. Untuk mengurangi risiko gangguan pendengaran harusnya paparan bising tidak melebihi batas paparan bising yang diperkenankan sesuai Keputusan Menteri Tenaga Kerja 1999.

#### 2.2.5 Nilai Ambang Batas (NAB) Kebisingan

Nilai ambang batas kebisingan merupakan nilai yang mengatur tentang tekanan bising rata-rata atau level kebisingan berdasarkan durasi paparan bising yang mewakili kondisi dimana hampir semua pekerja terpajan bising berulang-ulang tanpa menimbulkan gangguan pendengaran dan memahami pembicaraan normal. NAB kebisingan untuk 8 jam kerja per hari adalah sebesar 85 dBA. Jika kebisingan lebih dari 85 dB, maka waktu kerja harus diperpendek. Jika waktu kerja > 8 jam, maka tingkat kebisingan yang harus diturunkan (PERMENKES RI, 2016).

### 2.3 NIHL (Noise Induced Hearing Loss)

#### 2.3.1 Pengertian NIHL

*Noise Induced Hearing Loss* atau yang dalam bahasa Indonesia diterjemahkan sebagai gangguan pendengaran akibat bising (GPAB) adalah suatu kerusakan permanen terhadap pendengaran yang diakibatkan oleh paparan terhadap suara dengan intensitas tinggi. NIHL dapat disadari secara

langsung atau disadari setelah waktu yang cukup lama. NIHL dapat terjadi sementara atau permanen dan dapat mempengaruhi salah satu telinga atau kedua telinga (*National Institute of Health, 2017*).

### 2.3.2 Etiologi NIHL

Banyak hal dapat menyebabkan gangguan pendengaran, tumor pada saraf dapat menyebabkan neurinoma, infeksi pada meninges dapat menyebabkan meningitis, proses degenerasi pada koklea, N.VIII, sel-sel ganglion, dan saraf dapat menyebabkan presbikusis, dan berbagai hal lainnya. Penyebab utama NIHL adalah intensitas suara. Intensitas suara diukur dalam satuan desibel (dB) yang dimulai dari skala 0 dB hingga lebih dari 180 dB (*American Hearing Research Foundation, 2012*).

Intensitas suara diukur secara logaritma dengan rumus:

$$\text{Intensitas (dB)} = 20 \log ( \text{Tekanan Suara} / \text{Referensi} )$$

Suara 20 dB akan memiliki intensitas 10 kali lebih keras dibandingkan 0 dB, dan 40 dB memiliki intensitas 100 kali lebih keras dari 20 dB. Intensitas suara dapat dikatakan aman apabila kurang dari 85 dB. Suara yang lebih dari 85 dB akan menyebabkan gangguan pendengaran secara bertahap (*American Hearing Research Foundation, 2012*).

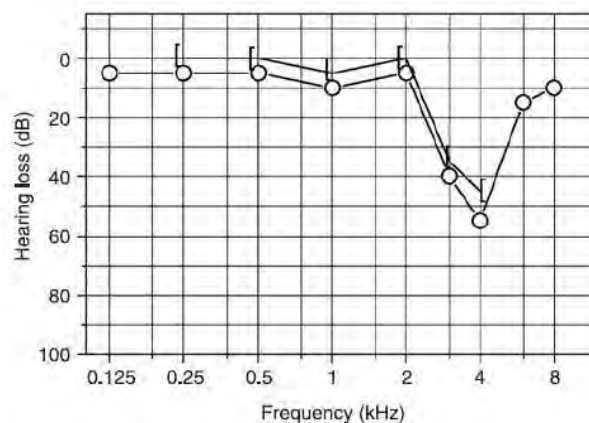
Tabel 2.2 Intensitas Suara Umum

Perkiraan Desibel	Contoh
0 dB	Suara tersunyi yang dapat didengarkan
30 dB	Bisikan, perpustakaan sunyi
60 dB	Mesin ketik, percakapan normal
90 dB	Lalulintas padat, pemotong rumput
94 dB	Bioskop
99 dB	Kendaraan salju
100 dB	Gergaji mesin, bor
110 dB	Tempat bermain video games
115 dB	Bel kendaraan bermotor
120 dB	Konser music rock, tempat fitness
127 dB	Acara olahraga
140 dB	Mesin jet
154 dB	Speaker mobil
167 dB	Suara tembakan
180 dB	Petasan

(*American Hearing Research Foundation, 2012*)

Faktor lain penyebab NIHL adalah frekuensi suara. Nada pada suara diukur dalam frekuensi getaran suara per detik yang disebut *Hertz* (Hz). Semakin tinggi nada suatu suara, maka frekuensinya semakin tinggi. Suara nada rendah menghasilkan getaran per detik lebih sedikit dibandingkan suara nada tinggi. Biasanya NIHL terjadi pada rentang 2.000 – 4.000 Hz (*American Hearing Research Foundation, 2012*).

Suara manusia memiliki rentang antara 300 – 4.000 Hz akan terdengar lebih keras dibandingkan dengan suara yang memiliki frekuensi sangat tinggi maupun sangat rendah. Gangguan pendengaran biasanya dimulai dari frekuensi yang tinggi terlebih dahulu, sehingga orang yang mengalami gangguan pendengaran sering kesulitan mendengarkan suara berfrekuensi tinggi dari wanita atau anak kecil. Pada hasil audiogram dari penderita NIHL biasanya bisa terlihat adanya cekungan menurun di sekitar 4.000 Hz. Cekungan ini akan semakin melebar dan semakin dalam apabila penderita ini terus terpapar oleh suara yang keras (*American Hearing Research Foundation, 2012*).



Gambar 2.3  
Audiogram Penderita NIHL (Moller, 2013)

Gangguan pendengaran suara frekuensi tinggi mengakibatkan distorsi sehingga perkataan orang lain sulit untuk dimengerti meskipun dapat didengarkan. Pada penderita gangguan pendegaran, seringkali ditemukan kesulitan membedakan kata yang terdengar mirip, terutama kata yang mengandung huruf S, F, SH, CH, H, maupun C (*American Hearing Research Foundation, 2012*).

Durasi juga merupakan salah satu faktor pendukung terjadinya NIHL. Semakin lama durasi terpapar suara keras, semakin parah kerusakan yang terjadi. Beberapa faktor lain yang dapat mempengaruhi adalah faktor genetik, merokok, jenis kelamin, ras, nutrisi, diabetes, penyakit kardiovaskular dan paparan terhadap karbon monoksida atau *hydrogen cyanide* (*American Hearing Research Foundation*, 2012).

### 2.3.3 Patofisiologi NIHL

NIHL disebabkan oleh kerusakan telinga dalam. Kerusakan yang terjadi antara lain disosiasi organ corti, ruptur membran, perubahan stereosilia dan organel subseluler. Bising juga menimbulkan efek pada sel ganglion, saraf, membran tektoria, pembuluh darah dan stria vaskularis. NIHL lebih sering mengenai pendengaran pada frekuensi tinggi dibandingkan frekuensi rendah. Selama paparan suara keras, sel-sel rambut luar koklea membutuhkan konsumsi energi tinggi. Paparan terhadap suara keras akan merusak haircell pada basal membran (Moller, 2013).

Stimulasi bising dengan intensitas sedang mengakibatkan perubahan ringan pada silia dan *Hensen's body*. Stimulasi dengan intensitas tinggi menyebabkan kerusakan pada struktur sel rambut lain seperti mitokondria, granula lisosom, lisis sel dan robekan di membran reissner. Paparan bunyi dengan efek destruksi rendah menyebabkan *floppy cilia* yang bersifat reversibel, sedangkan kerusakan silia yang menetap ditandai dengan fraktur *rootlet* silia pada lamina retikularis (Bashiruddin, et al., 2012).

NIHL berpengaruh pada *haircell* basal koklea sehingga mengalami kerusakan atau bahkan rusak secara total. Kerusakan *haircell* menyebabkan



kecacatan pada sistem pengeras koklea. Alasan mengapa *haircell* basal koklea lebih sering terkena belum diketahui. Kerusakan *haircell* dapat bergeser satu setengah *octave* ke atas karena pergeseran *haircell* ketika diberikan paparan suara intensitas tinggi. Hal ini diakibatkan karena pergeseran dari getaran membran basilar ke arah dasar koklea dengan meningkatnya intensitas suara. Paparan terhadap suara kurang dari 125 dB hanya dapat merusak *haircell* saja. Suara lebih dari 125 dB dapat menyebabkan kerusakan mekanik pada koklea (Bashiruddin, et al., 2012).

#### 2.3.4 Gejala dan Pemeriksaan NIHL

Gejala NIHL terbagi menjadi gejala auditorial dan gejala non-auditorial. Gejala auditorial NIHL meliputi penurunan pendengaran baik disertai tinnitus maupun tidak. Sukar mendengarkan percakapan akan terjadi bila penurunan cukup berat. Secara klinis organ pendengaran melakukan reaksi adaptasi dengan meningkatkan ambang batas dengar sementara (*temporary threshold shift*) dan peningkatan ambang batas pendengaran menetap (*permanent threshold shift*). Reaksi adaptasi merupakan respons kelelahan akibat rangsangan oleh suara dengan intensitas 70 dB atau kurang. Keadaan ini merupakan fenomena fisiologis pada saraf telinga yang terpapar bising (Bashiruddin, et al., et al., 2012).

Peningkatan ambang batas dengar sementara diakibatkan oleh paparan bising dengan intensitas tinggi, pemulihan dapat terjadi dalam beberapa menit atau jam. Peningkatan ambang dengar menetap diakibatkan oleh paparan bising dengan intensitas sangat tinggi yang berlangsung singkat (explosif) atau lama. Paparan bising dengan intensitas sangat tinggi menyebabkan

kerusakan pada berbagai struktur koklea antara lain kerusakan organ corti, sel – sel rambut, stria vaskularis, dan lain – lain. Pada NIHL terjadi penurunan pada 4.000Hz, hal ini membedakan NIHL dari presbycusis atau penurunann pendengaran akibat usia. Gejala non auditorial NIHL antara lain gangguan tidur, gelisah, rasa tidak nyaman, peningkatan tekanan darah, dan lain – lain (Moller, 2013).

Kerusakan pada stereocilia dapat dideteksi dengan pemeriksaan mikroskop cahaya pada kerusakan yang menyebabkan penurunan pendengaran berat. *Haircell* terlihat baik ketika diamati dengan mikroskop cahaya pada tahap kerusakan menengah, tetapi akan terlihat kerusakan stereocilia pada *haircell* dengan mikroskop resolusi tinggi (Moller, 2013).

Diagnosis NIHL ditegakkan dengan anamnesis riwayat suara bising yang pernah di dengar, intensitas, dan durasi paparan bising. Pertanyaan mengenai lingkungan kerja pasien perlu diberikan. Pemeriksaan fisik pasien NIHL tidak terlalu penting tetapi harus tetap dilakukan untuk melihat keutuhan membran timpani dan memeriksa liang telinga (Mathur, 2016).

Pemeriksaan utama NIHL adalah audiometri. Pada hasil pemeriksaan audiometri penderita NIHL dapat ditemukan penurunan tajam kemampuan pendegaran pada sekitar 4.000 Hz. Penurunan pendengaran pada NIHL umumnya bersifat bilateral meskipun juga dapat terjadi secara unilateral (Mathur, et al., 2016).

### 2.3.5 Tatalaksana NIHL

Tatalaksana awal NIHL adalah mengurangi atau menghilangkan paparan terhadap bising. Hal ini dilakukan dengan menghindari sumber bising atau

menggunakan *earplug* dan  *earmuff*. NIHL mengakibatkan tuli sensorineural yang bersifat ireversibel sehingga apabila gangguan pendengaran mempengaruhi kualitas hidup penderita, penderita dapat memasang alat bantu dengar / ABP (*Hearing Aid*) (Mathur, et al., 2016).

Psikoterapi dilakukan jika menggunakan alat bantu dengar tidak membantu. Psikoterapi bertujuan agar pasien dapat menerima keadaannya. Latihan pendengaran (*auditory training*) dilakukan agar penderita dapat menggunakan sisa pendengaran yang dimiliki dengan efisien, berkomunikasi dengan membaca bibir (*lip reading*), mimik, gerakan badan, dan bahasa isyarat. Penderita NIHL berat tidak dapat mendengar suaranya sendiri dengan baik sehingga rehabilitasi suara perlu dilakukan agar penderita dapat mengatur irama dan intensitas saat berbicara. Pada pasien tuli total bilateral pemasangan implant koklea (*cochlear implant*) dapat dipertimbangkan (Bashiruddin, et al., et al., 2012).

#### 2.3.6 Pencegahan NIHL

Penggunaan sumbat telinga (*Earplugs*) dan penutup telinga (*Earmuff*) mengurangi resiko terjadinya NIHL. Perlindungan ini digunakan jika intensitas suara dari sumber suara tidak dapat diturunkan. *Earmuff* mudah dilepas dan dikenakan sehingga sangat cocok untuk orang yang sering keluar dan masuk dalam lingkungan yang bising. *Earplug* dimasukkan kedalam lubang telinga sehingga sulit untuk dilepas dan dikenakan tetapi memiliki kemampuan peredaman suara yang lebih baik dari  *earmuff*. *Earplug* cocok untuk orang yang berada dalam lingkungan bising dalam jangka waktu yang

panjang. Kekurangan dari *earplug* dan *earmuff* adalah kurang nyaman bagi sebagian orang, terutama yang berada di lingkungan panas (Moller, 2013).

*Active Noise Cancellation* bekerja dengan meletakkan mikrofon dan *loudspeaker* kecil didalam *earmuff*. Mikrofon menerima suara yang mengarah ke telinga lalu suara ini diproses dan disampaikan ke *loudspeaker*. Sistem ini sangat efektif untuk suara frekuensi rendah. *Active Noise Cancellation* dapat dikombinasikan dengan pemutar musik dan alat komunikasi. Penggunaan obat untuk mengurangi NIHL belum dapat dibuktikan secara nyata meskipun beberapa penelitian pada hewan menunjukkan hasil yang menjanjikan (Moller, 2013).

#### 2.4 Alat Pelindung Diri (APD)

Alat Pelindung Diri (APD) adalah seperangkat alat keselamatan yang digunakan oleh pekerja untuk melindungi seluruh atau sebagian tubuh dari kemungkinan adanya paparan potensi bahaya lingkungan kerja terhadap kecelakaan dan penyakit akibat kerja (Tarwaka, 2014).

Alat pelindung diri termasuk semua pakaian dan aksesories pekerjaan lain yang dirancang untuk menciptakan sebuah penghalang terhadap bahaya tempat kerja. Penggunaan APD harus tetap di kontrol oleh pihak yang bersangkutan, khususnya di sebuah tempat kerja. APD dalam konstruksi termasuk pakaian *affording* perlindungan terhadap cuaca yang dipakai oleh seseorang di tempat kerja dan yang melindunginya terhadap satu atau lebih resiko kesehatan atau keselamatan.

Berdasarkan UU No. 1 tahun 1970 tentang keselamatan kerja menyebutkan bahwa ditetapkan syarat keselamatan kerja adalah memberikan perlindungan para

pekerja. Pengusaha wajib menyediakan APD bagi pekerja atau buruh ditempat kerja APD yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) atau standar yang berlaku (Permenakertrans RI No. 8 tahun 2010).

Penggunaan alat pelindung diri untuk tujuan peningkatan kinerja keselamatan kerja diatur didalam beberapa peraturan Pemerintah maupun Peraturan dan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi, antara lain:

1. Peraturan Pemerintah RI No.11 Tahun 1979 tentang Keselamatan Kerja pada Permukiman dan Pengolahan Minyak dan Gas Bumi.
2. Peraturan Menakertranskop No. Per. 01/MEN/1978 tentang K3 dalam Penebangan dan Pengangkutan Kayu.
3. Peraturan Menakertrans No. Per. 01/MEN/1980 tentang K3 pada Kontruksi Bangunan (Tarwaka, 2014).

#### 2.4.1 Alat Pelindung Telinga

Menurut Permenakertrans Republik Indonesia Nomor PER.08/MEN/VII/2010 tentang alat pelindung diri, alat pelindung telinga adalah alat pelindung yang berfungsi untuk melindungi alat pendengaran terhadap kebisingan atau tekanan. Jenis alat pelindung telinga terdiri dari sumbat telinga (*ear plug*) dan penutup telinga (*ear muff*).

#### 2.5 Kepatuhan Penggunaan APD

Kepatuhan (*compliance*) merupakan salah satu bentuk perilaku yang dapat dipengaruhi oleh faktor internal maupun eksternal. Penggunaan APD termasuk faktor lingkungan karena APD merupakan salah satu alat untuk melindungi diri para pekerja guna mengurangi resiko kecelakaan kerja. Jadi, kepatuhan dalam penggunaan APD merupakan perilaku keselamatan spesifik terhadap objek

lingkungan kerja. Kepatuhan penggunaan APD memiliki peran yang penting dalam menciptakan keselamatan di tempat kerja. Berbagai contoh perilaku (tindakan) kurang aman yang sering ditemukan di tempat kerja pada dasarnya adalah perilaku tidak patuh terhadap prosedur kerja/operasi, seperti menjalankan mesin atau peralatan tanpa wewenang, mengabaikan peringatan dan keamanan, kesalahan kecepatan pada saat mengoperasikan mesin/ peralatan, tidak menggunakan alat pelindung diri dan memperbaiki peralatan yang sedang bergerak atau dalam keadaan hidup atau dengan kata lain tidak mengikuti prosedur kerja yang benar (Prasetyo, 2015).

Kepatuhan memakai APD bila memasuki suatu tempat kerja yang berbahaya, bukan hanya berlaku bagi tenaga kerja saja, melainkan juga bagi pimpinan perusahaan, pengawas lapangan, supervisor, dan bahkan berlaku untuk siapa saja yang memasuki tempat kerja tersebut. Dengan demikian, pimpinan perusahaan dan supervisor harus memberikan contoh yang baik kepada pekerja, yaitu mereka harus selalu memakai APD yang diwajibkan bila memasuki tempat kerja yang dinyatakan berbahaya. Dengan demikian, para pekerja akan merasa bahwa pimpinan mereka sangat disiplin dan perhatian dengan masalah Keselamatan dan Kesehatan Kerja (Tarwaka, 2014).

## 2.6 Penelitian yang Mendukung

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Yuniarsih (2016), hasil analisa uji statistik *Chi Square* pada hubungan antara penggunaan APD dengan gangguan pendengaran di PT Sintang Raya menunjukkan *signifikansi p value* = 0,02 yang berarti kurang dari  $\alpha$  (0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa ada hubungan yang bermakna antara penggunaan APD dengan gangguan pendengaran pada

pekerja PT Sintang Raya. Responden yang tidak menggunakan APD mempunyai resiko 3,483 kali lebih besar mengalami gangguan pendengaran dibandingkan responden yang menggunakan APD (Yuniarsih, 2016).

Menurut penelitian yang dilakukan Indra (2015), dalam penelitiannya variabel penggunaan alat pelindung pendengaran dibagi menjadi 2 kategori, yaitu taat menggunakan dan tidak taat menggunakan alat pelindung pendengaran. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui distribusi penggunaan alat pelindung pendengaran responden di Bandara Internasional Adisucipto Yogyakarta yang tertinggi adalah penggunaan alat pelindung pendengaran kategori tidak taat menggunakan sebesar 80,5% dan yang terendah adalah kategori taat menggunakan 19,4% (Indra, 2015).

Berdasarkan tabulasi silang antara variabel penggunaan alat pelindung pendengaran dengan variabel gangguan pendengaran terlihat yang tertinggi adalah tabulasi antara tidak taat menggunakan alat pelindung pendengaran dengan tuli ringan sebesar 63,4%. Uji korelasi menggunakan *chi-square* mendapatkan nilai *p-value* sebesar 0,000 karena nilai tersebut  $< 0,05$  maka dapat disimpulkan ada hubungan antara penggunaan alat pelindung pendengaran terhadap gangguan pendengaran pada responden di Bandara Internasional Adisucipto Yogyakarta (Indra, 2015).

Sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Yadnya (2012) pada petugas *ground handling* di Bandara Ngurah Rai Bali. penelitian dilakukan pada 44 orang petugas, yakni 6 orang pekerja administrasi dan 38 pekerja divisi teknik. Kedua tempat ini mempunyai tingkat intensitas bising yang berbeda yaitu administrasi 46,9-52 dB dan divisi teknik 88,3-90,9 dB, dari penelitian ini

didapatkan hasil pekerja yang mengalami gangguan pendengaran adalah pekerja administrasi tuli 1 orang (16,7%), 5 orang normal (83,3%) dan divisi teknik tuli 23 orang (60,5%), 15 orang normal (39,5%) (Yadnya, 2012).

Penelitian pada pekerja industri mobil di Pakistan menunjukkan hasil serupa yaitu 78,4% pekerja yang terkadang menggunakan APT mengalami NIHL (Jamal et al., 2016). Berdasarkan data kuesioner penelitian yang dilakukan oleh Lumonang (2010) didapatkan bahwa teknisi yang sering menggunakan APT berjumlah 10 orang dan teknisi yang jarang menggunakan APT berjumlah 10. Dari 10 orang yang jarang menggunakan APT didapatkan 3 orang mengalami gangguan pendengaran dengan jenis ketulian sensorineural (Lumonang, 2010).

